



⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 195 18 206 A 1**

⑤ Int. Cl.⁸:
B 60 T 8/32
B 60 T 8/28

⑳ Aktenzeichen: 195 18 206.5
㉔ Anmeldetag: 18. 5. 95
㉕ Offenlegungstag: 21. 11. 96

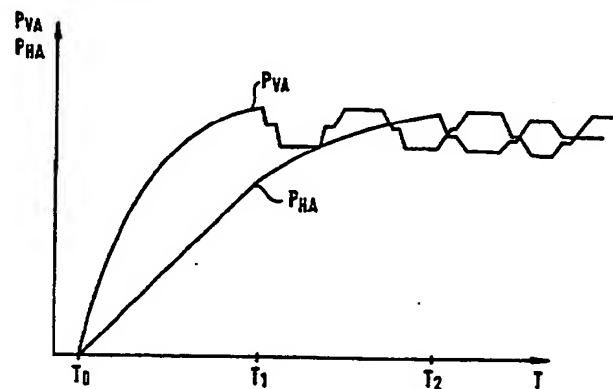
DE 195 18 206 A 1

㉑ Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

㉒ Erfinder:
Enz, Martin, Dipl.-Ing. (FH), 71287 Weissach, DE

⑤A Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung der Bremsanlage eines Fahrzeugs

⑤B Es wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung einer Bremsanlage eines Fahrzeugs vorgeschlagen, bei welcher neben einem Antiblockierschutzregler zur Bremskraftverteilung zwischen Vorder- und Hinterachsbremse es vorgesehen ist, daß der Bremsdruck an den Hinterachsbremsen während eines Bremsvorgangs gemäß einer vorgegebenen Zeitfunktion aufgesteuert wird.



Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 09. 96 602 047/298

11/25

DE 195 18 206 A 1

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung der Bremsanlage eines Fahrzeugs gemäß den Oberbegriffen der unabhängigen Patentansprüche.

Neben einem Antiblockierschutzregler weisen moderne Bremsanlagen auch elektronische Steuerungen bzw. Regelungen auf, welche die vom Fahrer vorgegebene Bremskraft auf die Radbremsen der Vorder- und Hinterachse verteilen. Ein derartiges Verfahren bzw. eine derartige Vorrichtung ist aus der DE 41 12 388 A1 (US-Patent 5,281,012) bekannt. Dort wird eine elektronische Regelung der Bremskraftverteilung zwischen Vorder- und Hinterachsbremsen beschrieben, bei welcher die Differenz zwischen dem langsamsten Hinterrad und dem schnellsten Vorderrad mit einem vorgegebenen Differenzwert verglichen wird. Überschreitet die Differenz diesen voreingestellten Schlupfwert, wird der Bremsdruck an den Hinterachsbremsen konstant gehalten bzw. abgesenkt. Dadurch wird zwar ein Blockieren der Hinterräder vor den Vorderrädern auf jeden Fall vermieden, in einigen Anwendungsfällen kann es jedoch durch die vorgegebene Schlupfschwelle zu einer frühzeitigen Begrenzung bzw. Absenkung des Hinterachsbremsdrucks und damit zu einem etwas längeren Bremsweg kommen. Dies findet beispielsweise bei leistungsstarken Motoren bei schneller Gasrücknahme (aufgrund eines hohen Schleppmomentes) statt, was infolge der entstehenden Schlupfdifferenz zwischen Antriebsrädern und nicht angetriebenen Rädern zu einer Begrenzung bzw. Absenkung des Hinterachsbremsdrucks mit Beginn des eigentlichen Bremsvorgangs führen kann. Ferner wird bei Blockierneigung wenigstens eines Vorderrads auf den Antiblockierschutzregler umgeschaltet. Maßnahmen bezüglich des Hinterachsbremsdrucks zur Verkürzung des Bremsweges werden nicht beschrieben.

Es ist Aufgabe der Erfindung, Maßnahmen zur Bremskraftverteilung zwischen Vorder- und Hinterachsbremsen anzugeben, bei welchen bei optimaler Bremskraftverteilung und gleichzeitiger Fahrzeugstabilität ein möglichst kurzer Bremsweg gewährleistet ist.

Dies wird durch die kennzeichnenden Merkmale der unabhängigen Patentansprüche erreicht.

Ferner soll die gewählte Bremskraftverteilung an verschiedene Randbedingungen anpaßbar sein.

Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Vorgehensweise zeigt eine elektronische Steuerung der Bremskraftverteilung zwischen Vorder- und Hinterachsbremsen, welche sich optimal an die Parabel der idealen Bremskraftverteilung annähert.

Besonders vorteilhaft ist, daß in Ausnahmesituationen bei schneller Gasrücknahme und/oder bei Bremssituationen, bei denen die Vorderachse sich in der ABS-Regelung befindet, eine Steuerung der Hinterachsbremskraft im Sinne einer Verbesserung der Bremswirkung und einer Verkürzung der Bremswege durchgeführt wird.

In vorteilhafter Weise wird der Aufbau des Hinterachsbremsdrucks aufgrund von Betriebsgrößen wie Radbeschleunigung, -verzögerung, Achslaständerung

und/oder die Zeit vom Beginn des Bremsvorgangs bis zur Aktivierung der ABS-Regelung angepaßt und auf diese Weise Fahrstabilität und Lenkfähigkeit des Fahrzeugs erhalten.

Besonders vorteilhaft ist beim Einsatz der erfindungsgemäßen Vorgehensweise bei Fahrzeugen für Rundstreckenrennen, daß für jeden Bremsvorgang eine optimal angepaßte Bremskraftverteilung ermittelt und ausgewählt wird.

Weitere Vorteile ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen sowie aus den abhängigen Patentansprüchen.

Zeichnung

Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsformen näher erläutert. Dabei zeigt

Fig. 1 ein Übersichtsblockschaltbild eines elektronischen Steuersystems für die Bremsanlage eines Fahrzeugs, während in Fig. 2 die erfindungsgemäße Bremskraftverteilung anhand von Zeitdiagrammen dargestellt ist. Die Fig. 3 bis 7 geben anhand von Flußdiagrammen Hinweise auf eine Realisierung der erfindungsgemäßen Vorgehensweise als Rechnerprogramm.

Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Fig. 1 zeigt eine Steuereinheit 10, welche über ihre Ausgangsleitungen 12, 14, 16 und 18 auf Stellglieder 20, 22, 24 und 26 der Radbremsen eines zweiachsigen Fahrzeugs einwirkt.

Die Radgeschwindigkeiten der einzelnen Räder des Fahrzeugs werden von Meßeinrichtungen 28, 30, 32 und 34 erfaßt und über Leitungen 36, 38, 40 und 42 der Steuereinheit 10 übermittelt. Ferner wird der Steuereinheit 10 eine Eingangsleitung 44 von einem Bremspedalschalter 46 sowie eine oder mehrere Eingangsleitungen 48 von einer oder mehreren Meßeinrichtungen 50 zur Erfassung weiterer, nachstehend aufgeführten Betriebsgrößen der Bremsanlage, des Motors und/oder des Fahrzeugs zugeführt.

Die Steuereinheit 10 enthält wenigstens einen Mikrocomputer, der zumindest einen Antiblockierschutzregler sowie die nachstehend beschriebene Bremskraftverteilung durchführt. Der Antiblockierschutzregler der Steuereinheit 10 ermittelt auf der Basis der Radgeschwindigkeitssignale die Blockierneigung wenigstens eines Rades und verhindert nach einer vorgegebenen Strategie durch Beeinflussung der Bremskraft an der diesem Rad zugeordneten Radbremse ein Blockieren des Rades. Zur Verteilung der Bremskraft zwischen Vorder- und Hinterachsbremsen im Teilbremsbereich und im ABS-Fall baut die Steuereinheit die Bremskraft an der Hinterachse durch Steuerung der Stellglieder nach Maßgabe wenigstens einer vorgegebenen Zeitfunktion, ggf. bis auf den Fahrerwert oder einer aus diesem abgeleiteten Größe, auf, während an der Vorderachse ungehindert Bremskraft gemäß der Fahrervorgabe aufgebaut wird. Dies ist in den Zeitdiagrammen nach Fig. 2 am Beispiele einer hydraulischen Bremsanlage verdeutlicht, bei der Ventilanordnungen die Bremskraft über Bremsdruck in den Radbremszylinder steuern.

Dabei zeigt Fig. 2a den zeitlichen Verlauf des Drucks PVA in einer ausgewählten Vorderradbremse sowie den Druckverlauf PHA in einer ausgewählten Hinteradbremse. Fig. 2b zeigt den zeitlichen Verlauf des

Schaltzustandes des Bremspedalschalters.

Zu einem Zeitpunkt T0 betätigt der Fahrer das Bremspedal. Der Bremsvorgang wird eingeleitet. Entsprechend der Pedalbetätigung wird in den Vorderradbremzen Bremsdruck aufgebaut. Ferner wird vom Zeitpunkt T0 an gemäß einer Zeitfunktion, insbesondere einer linearen Funktion, durch Ausgabe entsprechender Aufbaupulse der Bremsdruck in den Hinterachsbremzen gesteigert. Zum Zeitpunkt T1 neigt das Vorderrad zum Blockieren. Dies führt ab dem Zeitpunkt T1 zu einem ABS-Regelfall am Vorderrad. Der Bremsdruck in der entsprechenden Vorderradbremse wird geregelt, so daß das Vorderrad nicht blockiert. Bei erkannter ABS-Regelung an wenigstens einem Vorderrad wird zum Zeitpunkt T1 die zeitliche Aufsteuerung des Hinterachsbremsdrucks gestoppt und ab dem Zeitpunkt T1 der Hinterachsbremsdruck nach einer zweiten Zeitfunktion, vorzugsweise einer Exponentialfunktion, aufgesteuert. Zum Zeitpunkt T2 neigt dann auch das Hinterrad zum Blockieren, was zur Aktivierung der ABS-Regelung am Hinterrad führt. Ein entsprechender Druckverlauf ergibt sich in den anderen, in Fig. 2 aus Übersichtlichkeitsgründen nicht dargestellten Radbremsen.

Ein Grundgedanke der erfindungsgemäßen Bremskraftverteilung besteht also darin, den Bremsdruck an den Hinterachsbremzen nach wenigstens einer Zeitfunktion bis auf einen aus dem Fahrervordruck abgeleiteten Wert aufzubauen. Bei einem ABS-Regelfall an der Vorderachse wird der Hinterachsbremsdruck zur Verkürzung des Bremsweges und zur Verbesserung der Bremswirkung gemäß wenigstens einer Zeitfunktion bis zur ABS-Regelung aufgebaut.

Die zeitliche Aufregelung des Hinterachsbremsdrucks zwischen den Zeitpunkten T0 und T1 erfolgt in einem bevorzugten Ausführungsbeispiel durch eine lineare Zeitfunktion, was durch Druckaufbaupulse vorbestimmter Länge realisiert wird. In einem weiteren vorteilhaften Ausführungsbeispiel sind zwei lineare Zeitfunktionen vorgesehen, wobei die nach der Betätigung des Bremspedals durchgeführte erste Zeitfunktion eine größere Steigung aufweist als die nach einer vorgegebenen Zeit nachfolgende. Die nach dem Zeitpunkt T1 zur weiteren Aufsteuerung des Hinterachsbremsdrucks verwendete Zeitfunktion ist in einem bevorzugten Ausführungsbeispiel eine Exponentialfunktion. In anderen vorteilhaften Ausführungsbeispielen kann einen parabelförmige und/oder eine oder mehrere lineare Zeitfunktionen eingesetzt werden.

Zur Verbesserung des Bremsverhaltens bezüglich Fahrstabilität, Lenkverhalten und Bremsweg ist vorgesehen, die Zeitfunktion, insbesondere deren Steigung, und somit die Pulslängen für den Druckaufbau an den Hinterradbremzen abhängig von Betriebsgrößen den aktuellen Radbedingungen anzupassen. Derartige Betriebsgrößen sind Radverzögerung und Radbeschleunigung, Ausfedergeschwindigkeit (Veränderung der Radauftandskraft, Achslast), die Zeitdauer zwischen Bremsbeginn und Beginn einer ABS-Regelung an einem Hinterrad, Einstellsignale des Fahrers bzw. einer Vorprogrammierung und/oder bei der vorteilhaften Anwendung in Fahrzeugen für Rundstreckenrennen abhängig von der Position des Fahrzeugs auf der Strecke.

Diese einzeln oder in beliebigen Kombinationen einsetzbaren vorteilhaften Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Vorgehensweise sind im folgenden anhand der Flußdiagramme der Fig. 3 bis 7 näher erläutert. Fig. 3 gibt dabei Hinweise auf das grundlegende Programm zur Steuerung des Hinterachsbremsdrucks

gemäß der erfindungsgemäßen Vorgehensweise.

Der in Fig. 3 dargestellte Programmteil wird mit Betätigung des Bremspedalschalters eingeleitet und bestimmt den Bremsdruck in einer Hinterradbremse. Für die andere Bremse läuft ein entsprechender Programmteil parallel zu dem in Fig. 3 skizzierten.

Im ersten Abfrageschritt 100 wird anhand einer gesetzten Marke überprüft, ob gerade ein ABS-Regelzyklus an wenigstens einem Rad abläuft. Ist dies nicht der Fall, werden im Schritt 102 der oder die Korrekturfaktoren für die Pulslänge der Druckaufbaupulse ermittelt. Dies wird am Beispiel der Radbeschleunigung bzw. -verzögerung und Achslast in Fig. 5, anhand der bis zur ABS-Regelung ablaufenden Zeit anhand Fig. 6 und am Beispiel der Fahrzeugposition für Motorsportfahrzeuge anhand Fig. 7 dargestellt. Nach Schritt 102 wird im Abfrageschritt 104 anhand eines mit Beginn des Bremsvorgangs ablaufenden Zählers überprüft, ob die erste Phase der Druckaufsteuerung abgeschlossen ist. In dieser ersten Phase wird der Druck im Rahmen einer Zeitfunktion mit einer ersten, veränderbaren Steigung durchgeführt, während in der auf die erste Phase folgenden zweiten Phase eine Zeitfunktion mit einer kleineren, veränderbaren Steigung vorgesehen ist. Ist die erste Phase noch nicht abgeschlossen, wird gemäß Schritt 106 die auszugebende Pulslänge L auf der Basis des für diese Betriebsphase vorgesehenen Grundpulslänge L01 sowie des oder der ermittelten Korrekturlänge LKORR bestimmt und ausgegeben. Daraufhin wird im Schritt 108 überprüft, ob der Hinterachsbremsdruck den bzw. einen aus dem vorgegebenen Vordruck PVOR erreicht hat. Ist dies nicht der Fall, wird der Programmteil mit Schritt 100 wiederholt, andernfalls wird er beendet.

Hat Schritt 104 ergeben, daß die erste Aufsteuerphase abgeschlossen ist, so wird im Schritt 110 die Pulslänge L der Aufbaupulse auf der Basis der Grundlänge L02 der zweiten Phase sowie des oder der Korrekturwerte LKORR bestimmt und ausgegeben. Nach Schritt 110 folgt wie oben Schritt 108.

Wurde im Schritt 100 erkannt, daß wenigstens eines der Räder sich in der ABS-Regelung befindet, wird gemäß Schritt 112 der in Fig. 4 dargestellte Programmteil durchgeführt.

Die erste Druckaufbauphase ist derart bestimmt, daß bei normalen Straßenverhältnissen die Hinterachsbremse nicht in die ABS-Regelung gerät. Dies wird bei normalen Straßenverhältnissen allenfalls am Ende der zweiten Phase möglich. Durch die Wahl der Grundpulslängen wird das Anregelverhalten der Hinterachse bestimmt, je nachdem, ob der Druck relativ langsam oder relativ schnell ansteigt. Dies ist je nach Fahrzeug auszuwählen.

Der Programmdurchlauf hängt von der Funktionsfähigkeit des Bremspedalschalters ab. Im Fehlerfall des Bremspedalschalters wird die Information über den Bremsvorgang durch Ersatzsignale gewonnen, die aus der Drosselklappenstellung, der Fahrzeugverzögerung sowie der Radgeschwindigkeitsverzögerungen ableitet werden. Bei Vorliegen einer Leerlaufstellung der Drosselklappe und erkannter Verzögerungen des Fahrzeuges wird von dem Beginn eines Bremsvorgangs ausgegangen und der Druckaufbau an den Hinterachsbremzen eingeleitet. Es wird eine Verzögerungsschwelle verwendet, welche größer ist, als die erreichbare Verzögerung, welche durch Luftwiderstand und Schleppmomente hervorgerufen werden kann.

Als besonders vorteilhaft hat es sich erwiesen, wenn die Bremskraftverteilung durch den Fahrer oder durch

Vorprogrammierung beeinflussbar ist. In diesem Fall ist vorgesehen, daß durch eine entsprechende Schalterstellung bzw. durch entsprechende externe Vorgabe, z. B. durch ein Prüfgerät, die Grundpulslängen L01 und L02 der zeitabhängigen Aufsteuerung des Hinterachsbremsdrucks vorgebar sind. Die jeweilig eingestellte Pulslänge wird in den Schritten 106 und 110 vom Programm ausgelesen.

Im Programmteil nach Fig. 4 wird im ersten Abfrageschritt 200 überprüft, ob die ABS-Regelung nur eines oder beide Vorderräder umfaßt. Ist dies der Fall, wird gemäß Schritt 202 die Aufbaupulslänge gemäß einer vorgegebenen Zeitfunktion, vorzugsweise einer Exponentialfunktion, verändert und ausgegeben. Wurde im Schritt 200 festgestellt, daß auch wenigstens eines der Hinterräder sich in ABS-Regelung befindet, wird gemäß Schritt 204 die ABS-Regelung durchgeführt bzw. der Bremsdruck für das Hinterrad, welches sich nicht in ABS-Regelung befindet, entsprechend der vorgegebenen Zeitfunktion erhöht. Nach den Schritten 202 bzw. 204 wird der Programmteil nach Fig. 3 mit Schritt 100 weitergeführt.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorgehensweise wird der zeitabhängige Druckaufbau nach Fig. 4 auch dann eingeleitet, wenn kein ABS-Fall vorliegt und die zweite Aufbauphase nach Schritt 110 abgeschlossen ist und der Wert nach Schritt 108 noch nicht erreicht ist.

Zur Verbesserung der Fahrstabilität wird ferner ein Vergleich zwischen Vorder- und Hinterradgeschwindigkeit durchgeführt. Wird eine vorgegebene Schwellenschwelle zwischen den beiden Radgeschwindigkeiten überschritten, und befindet sich die Druckaufsteuerung an der Hinterachse noch in ihrer ersten Phase, wird sofort auf eine Kennlinie kleinerer Steigung, das heißt auf die Pulslängenberechnung gemäß der zweiten Phase des Druckaufbaus umgeschaltet.

Fig. 5 beschreibt eine Ausgestaltung des Schrittes 102 zur Bildung eines Korrekturfaktors für die Pulslänge abhängig von Radbeschleunigung bzw. -verzögerung.

In einem ersten Schritt des Programmteils nach Fig. 5 wird die aktuelle Radgeschwindigkeit $VR(n)$ eingelesen. Daraufhin wird im Abfrageschritt 302 überprüft, ob eine Verzögerung der Radgeschwindigkeit vorliegt. Dies erfolgt vorzugsweise durch die Differenzierung des Radgeschwindigkeitssignals und Vergleich mit einer vorgegebenen Grenzwertschwelle. Wurde eine Verzögerung größer als die Verzögerungsschwelle erkannt, wird gemäß Schritt 304 der Korrekturfaktor LKORR, welcher zu einer Verkleinerung der Pulslänge und somit zu einer Verlangsamung des Druckaufbaus führt, auf der Basis der aktuellen Radgeschwindigkeit $VR(n)$ sowie der aus dem vorhergehenden und/oder den vorhergehenden Programmdurchläufen (ermittelten Radgeschwindigkeiten ($VR < n-1$), $VR(n-2)$) gebildet. Vorzugsweise erfolgt dies durch Berechnung der geeignet gewichteten Summe der Differenzen aus aktueller und vorheriger sowie aus vorheriger und vorvorheriger Radgeschwindigkeit. Im auf den Schritt 304 folgenden Schritt 306 wird der Korrekturwert ggf. auf einen Minimalwert begrenzt, welcher vorzugsweise 0 ist. Dies verhindert, daß es zu einem ungewollten Druckabbau kommt. Danach wird der Programmteil nach Fig. 3 mit Schritt 104 weitergeführt.

Wurde im Schritt 302 erkannt, daß keine übermäßige Verzögerung der Radgeschwindigkeit vorliegt, wird im Schritt 308 durch einen gleichartigen Schwellwertvergleich überprüft, ob eine übermäßige Beschleunigung

des Rades vorliegt. Ist dies der Fall, wird gemäß Schritt 310 ein den Druckaufbau vergrößernder Korrekturwert auf der Basis der Differenzgeschwindigkeiten wie anhand Schritt 304 dargestellt bestimmt. Im darauffolgenden Schritt 312 wird der Korrekturwert ggf. auf einen Maximalwert begrenzt und der Programmteil mit Schritt 104 fortgefahren. Liegt weder eine übermäßige Verzögerung noch eine übermäßige Beschleunigung der Radgeschwindigkeit vor, wird im Schritt 314 der Korrekturwert auf den Wert 1 gesetzt.

Die beschriebene Korrektur wird in allen oder in ausgewählten Phasen, vorzugsweise in der ersten und der zweiten Druckaufbauphase, ggf. auch in der Phase nach Fig. 4 zur Korrektur der Aufbaupulslängen verwendet.

Eine starke Radverzögerung schwächt die Aufbaupulsreihe ab, während bei einer Beschleunigung des Rades die Aufbaupulsreihe vergrößert wird. Im ABS-Fall an wenigstens einem Rad des Fahrzeugs wird der Korrekturfaktor auf den Wert 1 gesetzt, so daß während der ABS-Regelung keine entsprechende Beeinflussung des Druckverlaufs stattfindet.

Zur Bildung des Korrekturfaktors auf der Basis der Ausfegerschwindigkeit bzw. der Achslastveränderung an der Hinterachse wird in einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel entsprechend vorgegangen. Das Ausfedern an der Hinterachse bedeutet eine negative Radaufstandskraft. In diesem Fall muß mit größerer Ausfederung die Pulslänge reduziert werden. Zur Erfassung der Ausfederung wird ein Achslastsensor eingesetzt. Alternativ wird die Korrektur durch die beispielsweise durch einen Längsbeschleunigungssensor oder durch Berechnung aus der Fahrgeschwindigkeit abgeleitete Fahrzeugverzögerung bzw. -beschleunigung durchgeführt, aus welcher ein Maß für die Veränderung der Achslast an der Hinterachse abgeleitet werden kann. Dabei wird mit größer werdender Verzögerung die Aufbaupulslängen zur Abschwächung des Druckaufbaus kleiner.

Eine weitere Verbesserung des Bremsverhaltens des Fahrzeugs wird durch die im Flußdiagramm nach Fig. 6 skizzierte Vorgehensweise erreicht. Dabei wird die Zeitdauer zwischen Beginn des Bremsvorgangs und dem Beginn der ABS-Regelung wenigstens an einem Hinterachse erfaßt, um festzustellen, ob die Hinterachse überbremst ist. Dies ist dann der Fall, wenn die Regelung an der Hinterachse früher beginnt als an der Vorderachse. Daher wird ein Korrekturfaktor für die Pulslängen abhängig von der Zeitdauer zwischen Bremsbeginn und Regelbeginn berechnet.

Zu diesem Zweck wird im Schritt 400 ein zu Beginn des Bremsvorgangs ein auf einen vorgegebenen Wert gesetzter Zähler inkrementiert und im darauffolgenden Abfrageschritt 402 überprüft, ob an diesem Hinterrad eine ABS-regelung aktiviert wurde. Ist dies nicht der Fall, wird der Korrekturfaktor auf den Wert 1 gesetzt (Schritt 404). Befindet sich das Hinterrad in der Regelung, wird im darauffolgenden Abfrageschritt 406 überprüft, ob der Zählerstand Z kleiner als ein vorgegebener Grenzzählerstand ist. Ist dies der Fall, muß von einer überbremsten Hinterachse ausgegangen werden, so daß gemäß Schritt 408 der aktuelle Korrekturwert um einen vorgegebenen Wert Δ verringert wird. Ist der Zählerstand größer als der Grenzzählerstand, so wird der Korrekturwert gemäß Schritt 404 auf den Wert 1 gesetzt, da in diesem Fall die Hinterachse nicht überbremst zu sein scheint.

Besonders vorteilhaft ist, wenn der in Fig. 6 gebildete Korrekturwert nur dann berechnet wird, wenn im

Schritt 402 ein Regelbeginn an beiden Hinterrädern erkannt wird, während an keinem Vorderrad eine ABS-Regelung stattfindet. Durch diese Korrektur können Einflüsse wie Fahrbahnbeschaffenheit, Alterungsercheinungen in der Bremsanlage, etc. bei der Bremskraftverteilungssteuerung berücksichtigt werden.

Besondere Vorteile ergeben sich aus der erfindungsgemäßen Vorgehensweise beim Einsatz in Fahrzeugen für den Motorsport in Verbindung mit Rundstreckenrennen. Durch oben geschilderte adaptive Bremskraftverteilung ist es möglich, für die immer wiederkehrenden Bremssituationen eines Rundstreckenrennens für jede planmäßige Bremssituation auf der Strecke eine individuelle, optimale Bremskraftverteilung zu ermitteln. Dies ist in Fig. 7 skizziert.

Sind sowohl Vorderachs- als auch Hinterachsräder in die ABS-Regelung und ist das Bremspedal getreten (Schritt 500), wird von einem zu erfassenden, planmäßigen Bremsvorgang ausgegangen, die aktuelle Position POS des Fahrzeugs anhand eines mit laufenden Wegzählers in Bezug auf die Rundenlänge eine Streckenposition ermittelt und die für diesen Bremsvorgang vorliegenden, optimalen Korrekturfaktoren und Grundeinstellungen gespeichert (Schritt 502). Die gespeicherten Werte werden der Position POS zugeordnet (Schritt 504). Die gespeicherten Daten gewährleisten dann für jeden Bremsvorgang an dieser Position eine optimale Pulslänge für einen optimalen Druckaufbau an der Hinterachse. Diese Auswahl erfolgt in den Schritten 106 bzw. 110.

Diese Bestimmung der optimalen Bremskraftverteilung wird während der ersten Runden ermittelt. Tritt der gespeicherte Bremsvorgang an der entsprechenden Position im weiteren Verlauf nicht mehr auf, wird die entsprechende Verteilung gelöscht. Eine neue Bremskraftverteilung wird erst dann abgespeichert, wenn die Position des Fahrzeugs sich um einen vorgegebenen Toleranzbetrag von den benachbarten Positionen entfernt ist.

Die erfindungsgemäße Vorgehensweise ist sowohl bei hydraulischen, als auch pneumatischen, elektrohydraulischen, elektro-pneumatischen oder elektro-mechanischen Bremsanlage in vorteilhafter Weise anwendbar.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung der Bremsanlage eines Fahrzeugs, bei welchem eine Steuereinheit die Bremskraft wenigstens an den Hinterrädern des Fahrzeugs beeinflusst, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens während einer Phase eines Bremsvorgangs die Bremskraft an wenigstens einem Hinterrad nach Maßgabe einer vorgegebenen Zeitfunktion aufgebaut wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die zeitabhängige Aufbausteuerung durch Druckaufbaupulse vorbestimmter Pulsfolgen erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zeitfunktion durch Korrekturfaktoren veränderbar ist.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Korrekturfaktoren abhängig von einer positiven Hinterradbeschleunigung, einer negativen Hinterradbeschleunigung, der Längsbeschleunigung des Fahrzeugs, der Achslaständerung der Hinterachse, der Zeitdauer vom Bremsbeginn

bis zum Auftreten einer ABS-Regelung an der Hinterachse und/oder von durch den Fahrer oder mittels einer Prüfeinrichtung vorgebbaren Werten sind.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mit Bremsbeginn eine zeitabhängige Aufbau von Bremskraft an der Hinterachse bis auf einen aus der vom Fahrer vorgegebenen Bremskraft abgeleiteten Wert erfolgt.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß für eine vorgegebene Zeit eine lineare Zeitfunktion vorgegeben wird und danach ggf. eine weitere lineare Aufsteuerung mit geringerer Steigung durchgeführt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei erkannter ABS-Regelung an wenigstens einem Vorderrad ein weiterer Bremskraftaufbau an den Hinterachsbremsen stattfindet, vorzugsweise nach Maßgabe einer zeitabhängigen Exponentialfunktion, wenn dort keine ABS-Regelung erkannt wurde.

8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der korrigierte, zeitabhängige Bremskraftaufbau für jeden Bremsvorgang abgespeichert wird und bei immer wiederkehrenden Bremsvorgängen, insbesondere bei Rundstreckenrennen, abhängig von der aktuellen Position des Fahrzeugs der Steuerung der Hinterachsbremsen zugrundegelegt wird.

9. Vorrichtung zur Steuerung der Bremsanlage eines Fahrzeugs, mit einer Steuereinheit, die die Bremskraft wenigstens an den Hinterrädern des Fahrzeugs beeinflusst, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinheit wenigstens während einer Phase eines Bremsvorgangs die Bremskraft an wenigstens einem Hinterrad nach Maßgabe einer vorgegebenen Zeitfunktion aufbaut.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

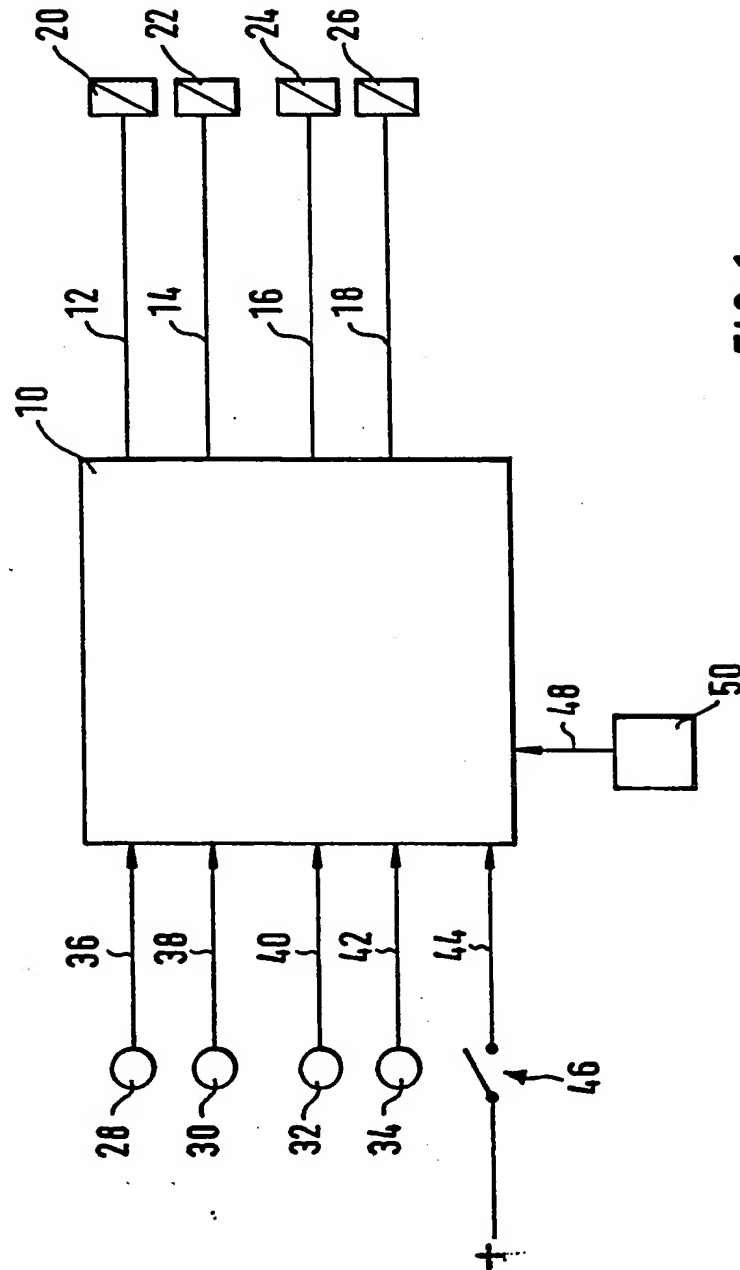


FIG. 1

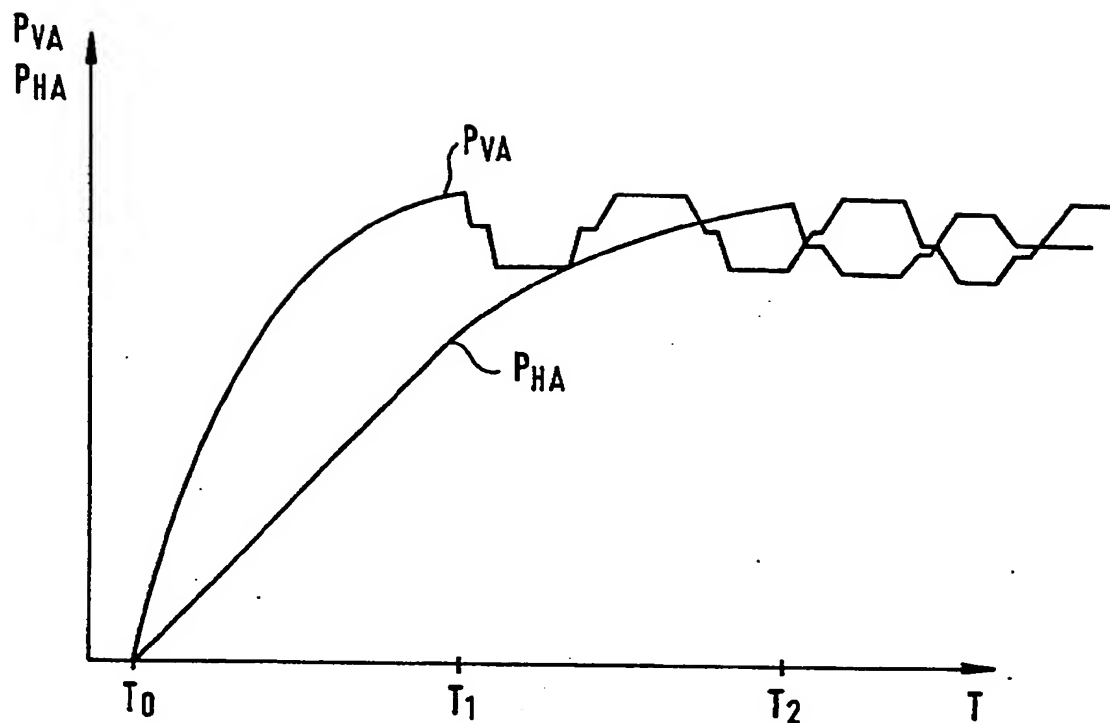


FIG. 2a

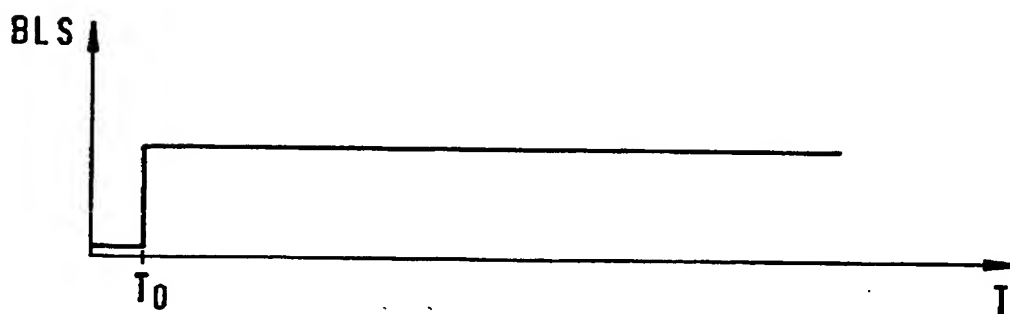


FIG. 2b

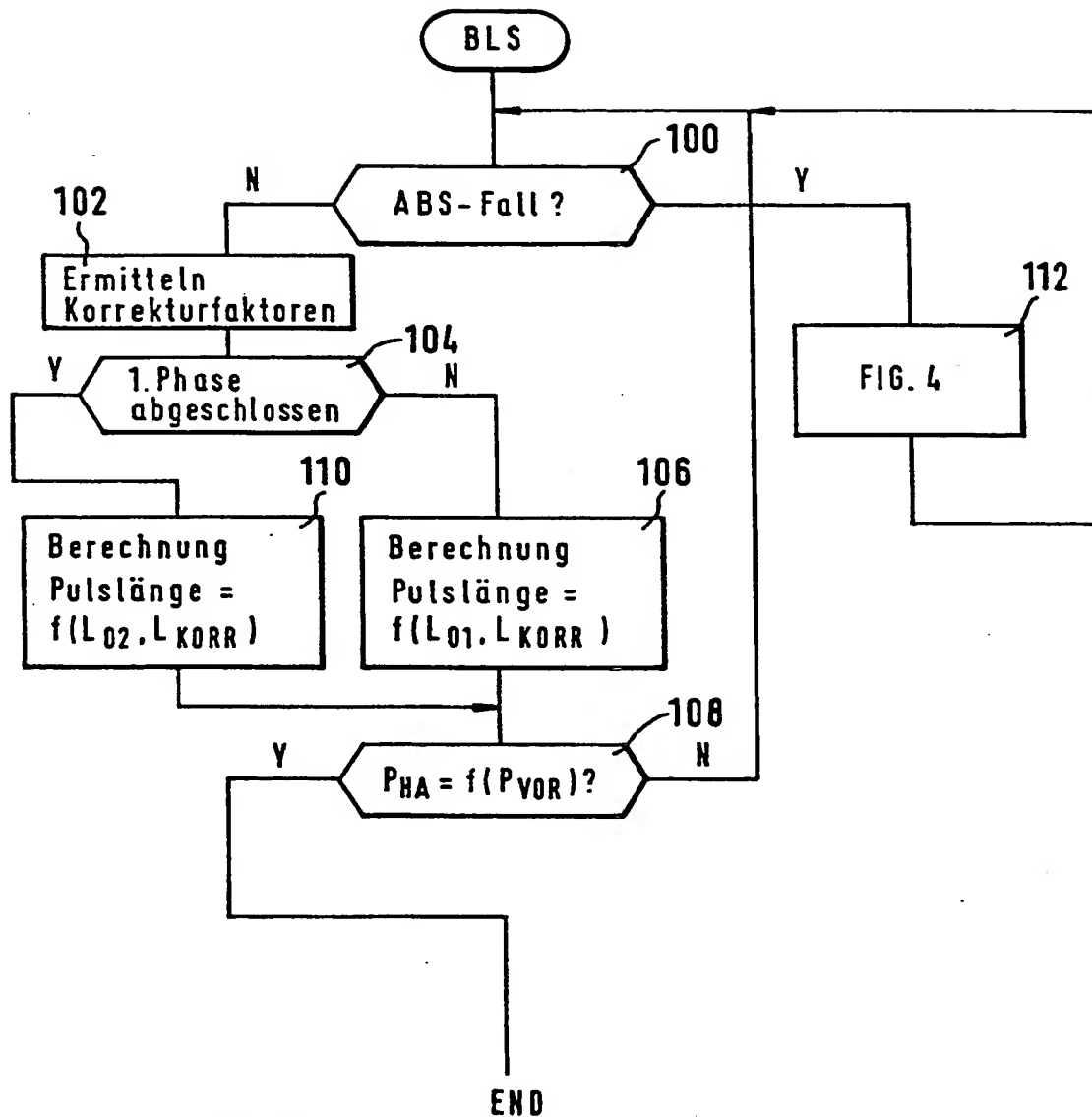
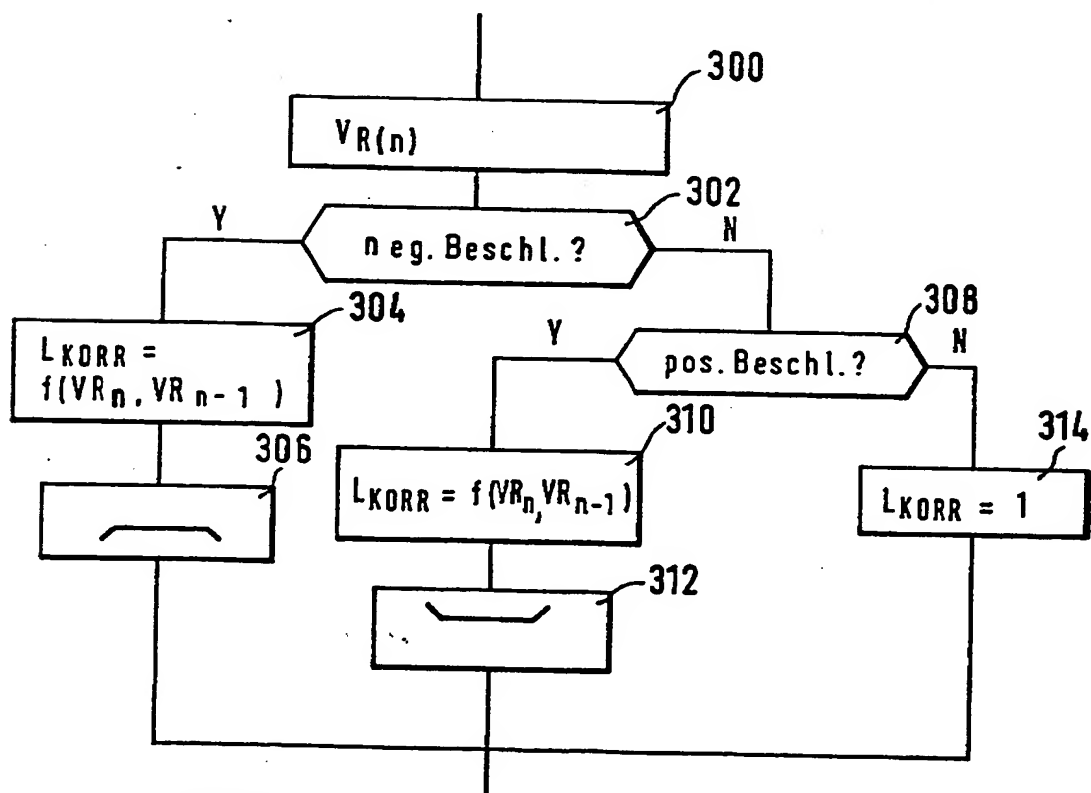
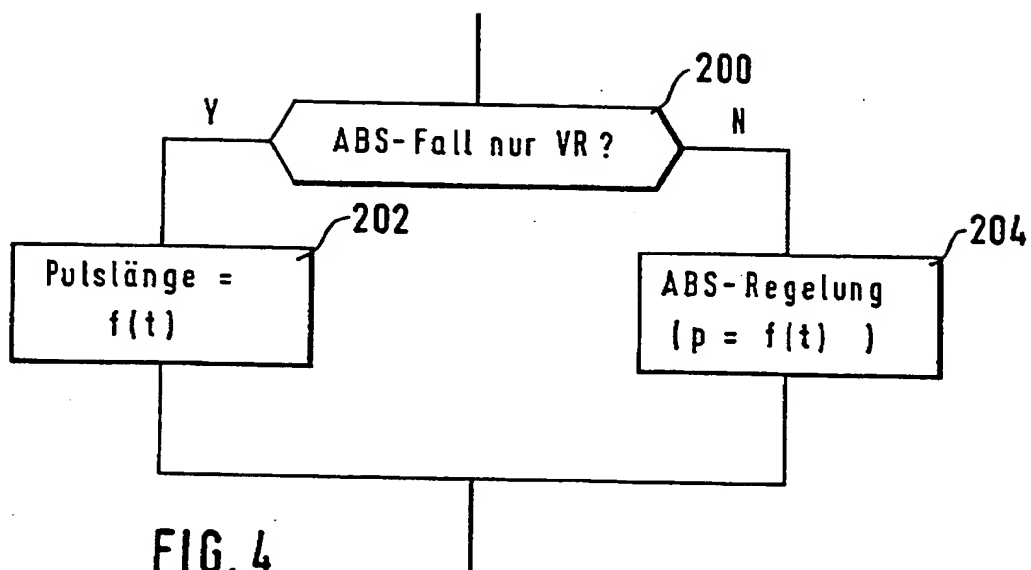


FIG. 3



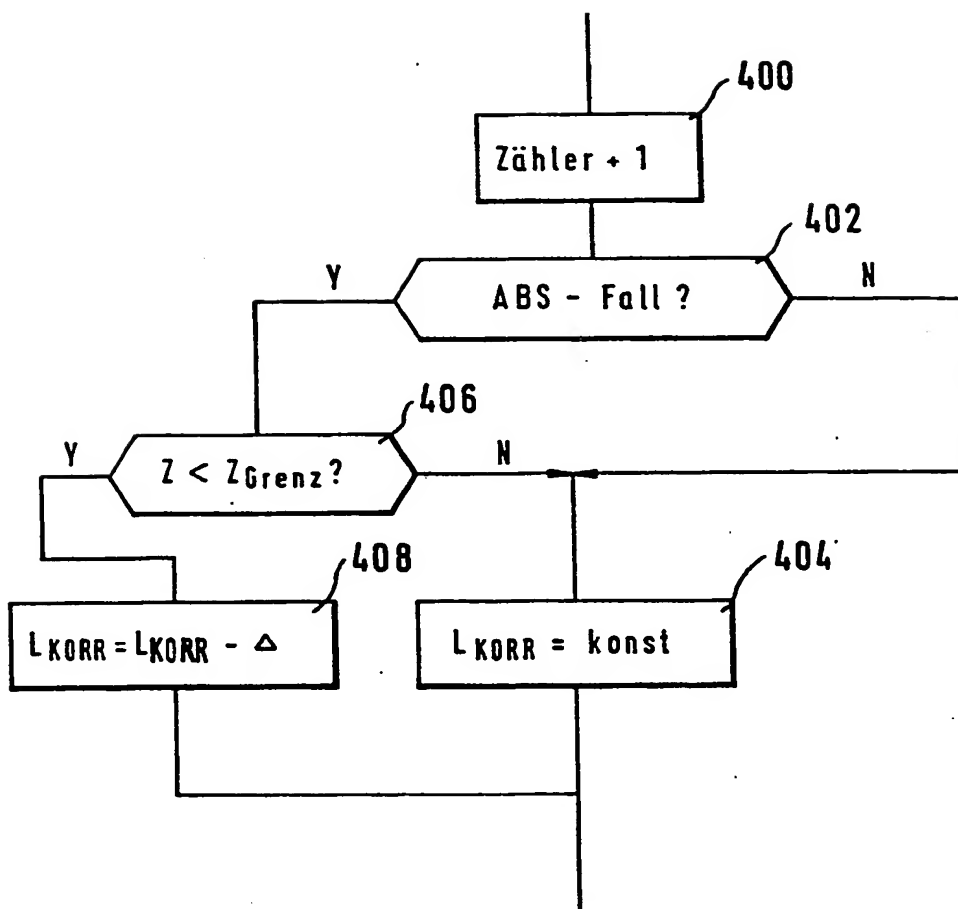


FIG. 6

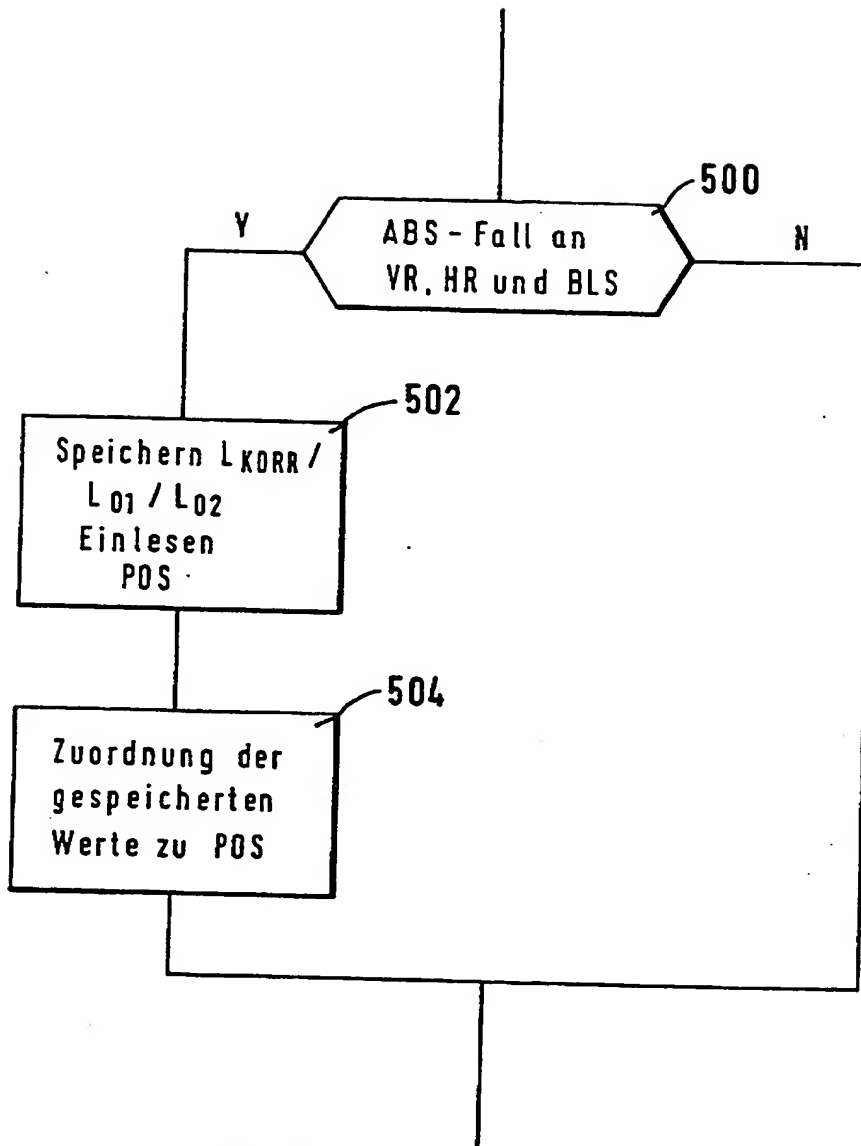


FIG. 7